

八週不同重量及動作速度阻力訓練對肌力表現之影響 An 8-week resistance training with different load and movement velocity for strength performance

林秀卿 Hsiu-Ching Lin

國立屏東科技大學 體育室 Office of Physical Education, National Pingtung University of Science and Technology

投稿日期：2018 年 5 月；通過日期：2018 年 6 月

摘要

緒論：本研究探討八週不同重量及動作速度的組合阻力訓練對最大肌力表現之影響。**方法：**本研究招募 48 名健康大學生為本研究受試對象(年齡：21.5±1.1 歲，身高：1.67±0.09 公尺，體重：71.3±8.5 公斤)，實驗參與者近六個月無肌肉骨骼及神經肌肉之傷害。以隨機分派方式將受試者分為快速低重量(N=24)及慢速高重量(N=24)。前測最大肌力測試的項目包含上肢、軀幹及下肢共 9 個項目。休息一週後開始正式進行訓練介入，訓練後進行最大肌力後測。本研究採用混合設計二因子變異數分析比較不同組別在重量訓練前後測之最大肌力比較，顯著水準定為 $\alpha=.05$ 。**結果：**在經過八周快速低重量組的訓練後，上肢及下肢的最大肌力表現顯著大於慢速高重量組。但軀幹在八周訓練後快速低重量與慢速高重量組的最大肌力沒有差異。**結論：**快速低重量的八週的阻力訓練，可以有效提升上肢及下肢的最大肌力表現，但無法改善軀幹肌群的肌力表現。

關鍵詞：爆發力、上肢訓練、下肢訓練

壹、緒論

透過阻力訓練(resistance training)可以刺激肌肉纖維及神經系統的適應性，提高肌肉爆發力及改善運動表現(Chang, Chen, Li, Yang, & Chen, 2017; Kraemer et al., 2002)。阻力訓練的強度設定在訓練處方設計中扮演重要的角色(Davies, Kuang, Orr, Halaki, & Hackett, 2017; Pareja-Blanco, Rodríguez-Rosell, Sánchez-Medina, Gorostiaga, & González-Badillo, 2014)。過去在進行阻力訓練時大多關注於重量的多寡，卻忽視動作速度的表現(張恩崇等，2016；林俊達、陳家祥、黃長福、涂瑞洪，2016)。然而，根據爆發力的定義即為力量及速度的乘積。過去較少研究針對速度訓練對運動表現的影響(Blazevich & Jenkins, 2002; Jones, Bishop, Hunter, & Fleisig, 2001)。

近年來，動作速度的訓練方式逐漸受到關注，根據力量-速度的理論，當動作速度增加時，肌肉橫橋的連接會減少，肌肉力量會隨之降低(Crewther, Keogh, Cronin, & Cook, 2006)，同時，會減少負荷也降低訓練效果。然而，有研究指出減少動作速度會減少力量的輸出(Schilling, Falvo, & Chiu, 2008)。但是過去也有相

關研究指出不論使用快速或慢速的動作訓練對肌力訓練的效果是一樣的(Pereira & Gomes, 2007; Sayers & Gibson, 2010)。而有些研究指出在重量訓練過程採用較快速動作會對肌力表現有較好的訓練效果(Kraemer et al., 2002; Padulo, Mignogna, Mignardi, Tonni, & D'Ottavio, 2012)。不論使用最大速度訓練及慢速的訓練都會增加肌力表現，但是兩者的訓練機制卻有不同。

過去在進行速度訓練大多使用等速肌力儀(Behm & Sale, 1993)，利用等速肌力儀設定阻力達到等速訓練效果。在等速肌力儀上的研究中發現，使用較快速反覆的動作速度可獲得較好的肌力表現(Ingebrigtsen, Holtermann, & Roeleveld, 2009; Munn, Herbert, Hancock, & Gandevia, 2005)，另外，有些研究結果則發現使用快速及慢速反覆動作的訓練方式，不會影響肌力表現(Pereira & Gomes, 2007; Sayers & Gibson, 2010)。所以，當負荷越大會產生較大的訓練效果(吳柏翰、蔡懷安、楊佳元，2017；賴柏榕、陳婉菁，2017)。當重量增加動作速度會越來越慢。因此，在重量訓練過程採用快速及慢速的動作對於肌力產生的影響，仍然缺乏有力

的證據，故。本研究目的為透過相同負荷不同重量及動作速度的訓練方式，評估何種的訓練處方下可以增加最大肌力的表現。並根據上述的相關研究設立本研究假設，經八周訓練後快速低重量的最大肌力會顯著大於慢速高重量。

貳、方法

一、實驗參與者

48 名健康大學生受試者為本研究受試對象(平均數±標準差：年齡 21.5 ± 1.1 歲，身高 1.67 ± 0.09 公尺，體重 71.3 ± 8.5 公斤)。將所有受試者隨機分成快速低重量組(N=24)及慢速高重量組(N=24)，本研究實驗參與者近六個月無神經肌肉骨骼之傷害，在進行實驗前均向實驗參與者說明實驗目的及流程，經實驗參與者同意後，簽立受試者同意書後方得進行實驗。

二、實驗設計

本研究分為三部分，第一部分為說明實驗目的及實驗流程，量測身高及體重，及讓實驗參與者熟悉測試項目(20-30 公斤)，並讓研究員在旁協助強調測試及訓練技巧。第二部分所有實驗參與者進行最大肌力之前測，本研究測試的項目共有 9 項，上肢(坐式臂彎舉、坐肢上推舉、坐姿高拉)、軀幹(坐姿旋轉機、腹肌訓練機、背部訓練機)、下肢(坐姿腿推舉、坐姿蹬腿、臥姿腿彎舉)各三項。第三部分為八周相同負荷不同重量及動作速度的訓練，訓練內容如表一。第四部分為八周訓練的後測。

三、訓練處方設定

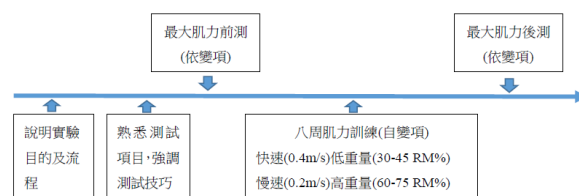
動作速度設定本研究參考過去文獻發現較快的動作速度設定為 1 秒一次反覆次數(González-Badillo, Rodríguez-Rosell, Sánchez-Medina, Gorostiaga, & Pareja-Blanco, 2014; Pareja-Blanco et al., 2014; Usui, Maeo, Tayashiki, Nakatani, & Kanehisa, 2016)，較慢的動作速度設定為 1.7-3 秒(Pereira & Gomes, 2007; Watanabe, Madarame, Ogasawara, Nakazato, & Ishii, 2014; Watanabe et al., 2013)。故本研究較快的動作速度設定為 1 秒一次反覆次數，較慢的動作速度設定為 2 秒，並透過節拍器來控制重訓時的動作速度(Munn et al., 2005; Pereira & Gomes, 2007; Sayers & Gibson, 2010)。本研究動作形成的距離約 0.4 公尺(0.35~0.45 公尺)，故測得之速度為快速動作速度組為 0.4 m/s 及慢速動作速度組 0.2 m/s。訓練處方如表一所示

表一、不同重量及動作速度的訓練處方

		1~2 Weeks	3~4 Weeks	5~6 Weeks	7~8 Weeks
組數× 反覆 次數		3×12	3×12	3×12	3×12
重量	快速低重量	30% RM	35% RM	40% RM	45% RM
	慢速高重量	60% RM	65% RM	70% RM	75% RM
動作 速度	快速低重量			0.4 m/s	
	慢速高重量			0.2 m/s	

四、實驗流程

說明實驗目的及流程、熟悉測試項目。再者，進行 9 項最大肌力測試，在測試開始前，必需先進行 5 分鐘的慢跑、10 分鐘的靜態伸展及 5 分鐘的重量訓練熱身(2 組 20-30 公斤的負荷，反覆次數 6-8 下)。休息 5 分鐘後，方能進行最大肌力的測試。在測量最大肌力時初始重量為 20 公斤，每次增加 5 公斤，直到該重量參與者無法進行第二次反覆動作。休息一周後開始正式進行訓練介入。會依照訓練漸進原則，每兩周增加一次負荷，每次增加 5% 的重量(圖一)。訓練後進行最大肌力後測。



圖一、實驗流程

五、統計分析

本研究比較八周相同負荷下不同動作速度及重量的訓練對最大肌力表現之影響，故本研究採用混合設計二因子變異數分析比較不同組別在重量訓練前、後測之最大肌力比較，若顯著水準則進行 Bonferroni 事後比較，所有統計考驗之顯著水準定為 $\alpha=.05$ 。

參、結果

本研究結果發現，坐式臂彎舉($F_{0.95(1,46)}=4.874$, $p=.032$, $\eta^2=.096$)、坐肢上推舉($F_{0.95(1,46)}=5.916$, $p=.018$, $\eta^2=.090$)、坐姿高拉($F_{0.95(1,46)}=10.179$, $p=.003$, $\eta^2=.181$)、坐姿旋轉機($F_{0.95(1,46)}=6.956$, $p=.011$, $\eta^2=.131$)、腹部訓練機($F_{0.95(1,46)}=4.058$, $p=.050$, $\eta^2=.081$)、背部訓練機($F_{0.95(1,46)}=25.414$, $p=.000$, $\eta^2=.356$)、坐姿腿推舉

($F_{0.95(1,46)}=13.231$, $p=.001$, $\eta^2=.223$)、坐姿蹬腿($F_{0.95(1,46)}=23.000$, $p=.000$, $\eta^2=.333$)、臥姿腿彎舉($F_{0.95(1,46)}=15.409$, $p=.000$, $\eta^2=.251$)交互作用均達顯著水準, 事後比較發現兩種不同的重量訓練下, 後測的最大肌力均顯著高於前測($p<.05$)。而後測的快速低重量組在坐式臂彎舉($p=.017$)、坐姿上推舉($p=.030$)、坐姿高拉($p=.016$)、坐姿腿推舉($p=.036$)、坐姿蹬腿($p=.000$)、臥姿腿彎舉($p=.000$)顯著大於慢速高重量(如表二)。

表二、八周不同重量及動作速度前後測

		前測		後測		事後比較
坐式 上肢 臂彎舉 ϕ	快速低重量	54.79 \pm 7.44	77.92 \pm 14.21	H>L		
	慢速高重量	52.08 \pm 8.71	68.75 \pm 11.06			
坐姿 上推舉 ϕ	快速低重量	47.50 \pm 4.66	68.13 \pm 11.11	H>L		
	慢速高重量	48.96 \pm 7.22	60.83 \pm 11.48			
坐姿 高拉 ϕ	快速低重量	50.63 \pm 5.38	68.82 \pm 12.06	H>L		
	慢速高重量	50.46 \pm 6.51	60.54 \pm 10.90			
坐姿 軀幹 旋轉機 ϕ	快速低重量	29.90 \pm 8.01	39.21 \pm 14.10	NS		
	慢速高重量	28.44 \pm 10.57	31.70 \pm 12.66			
腹肌 訓練機 ϕ	快速低重量	53.81 \pm 13.98	69.70 \pm 14.68	NS		
	慢速高重量	53.60 \pm 15.27	62.56 \pm 14.19			
背肌 訓練機 ϕ	快速低重量	46.96 \pm 13.59	60.40 \pm 14.99	NS		
	慢速高重量	48.13 \pm 15.20	51.96 \pm 16.14			
坐姿 下肢 腿推舉 ϕ	快速低重量	99.58 \pm 28.36	148.33 \pm 35.47	H>L		
	慢速高重量	97.92 \pm 32.80	125.83 \pm 36.67			
坐姿 蹬腿 ϕ	快速低重量	91.67 \pm 12.04	151.67 \pm 28.84	H>L		
	慢速高重量	87.71 \pm 16.01	117.71 \pm 30.36			
臥姿 腿彎舉 ϕ	快速低重量	50.83 \pm 9.96	66.38 \pm 12.25	H>L		
	慢速高重量	49.85 \pm 11.50	55.56 \pm 11.41			

ϕ :交互作用達顯著水準($p<.05$); H 代表快速低重量; L 代表慢速高重量; H>L 代表後測快速低重量大於慢速高重量($p<.05$)

肆、討論

經本研究結果得知, 在八周快速低重量組的上肢及下肢訓練之下最大肌力表現會顯著大於慢速高重量組, 符合本研究假設。但在八周快速低重量組的軀幹訓練下最大肌力表現與慢速高重量組沒有差異, 與本研究假設不符。

過去的重量訓練模式是將最大動作速度訓練用於爆發力的訓練方式(Davies et al., 2017), 使用最大速度參與訓練則會提高功能性肌力(Fielding et al., 2002)及爆發力(Young & Bilby, 1993)。另一方面, 將慢動作速

度的訓練方式用於肌力與肌肥大之訓練(Westcott et al., 2001), 當訓練過程採用較慢的動作速度會減少動作力量的產生、增加作用肌的張力(Westcott et al., 2001)。過去研究發現, 降低重量負荷增加最大動作速度的訓練方式下, 會有較好的肌力訓練效果(Davies et al., 2017)。另外, 也有研究比較傳統的重量訓練(向心和離心收縮速度各 2 秒)及慢速的重量訓練(向心和離心收縮速度各 10 秒), 結果發現傳統重量訓練有較好的神經適應性效果(Kraemer et al., 2002; Schilling et al., 2008)。另一項研究也指出使用最大速度與刻意降低動作速度的重量訓練比較, 發現速度較快的重量訓練會有較好的最大肌力表現(Kraemer et al., 2002; Padulo et al., 2012)。其研究結果與本研究相似, 在較高速度下的反覆動作可能會刺激較多的神經肌肉的適應性, 進而在訓練過程中提供較充足的負荷, 導致最大肌力表現優於慢速組。

再者, 本研究也觀察到在最大動作速度的訓練方式下, 動作施行前期慣性較大, 動作速度可能會減慢, 動作開始施行後慣性會減小, 當最大關節角度時會產生較大的動作速度。因此, 在快速低重量組會有較好的動態肌力表現。另一方面, 在較低重量的訓練下, 可以少肌肉離心產生的慣性, 當肌肉疲勞時也相對減少離心運動產生運動傷害。另外, 在執行快速低重量組的訓練時間是慢速高重量組的一半, 可以大幅降低運動訓練之時間。

過去研究指出, 在進行軀幹肌群訓練時, 較容易產生作用及節抗肌同時收縮以穩定身體的姿勢, 而降低訓練成效(Tayashiki, Maeo, Usui, Miyamoto, & Kanehisa, 2016), 更有研究指出軀幹肌群訓練後沒有增加軀幹肌群的表現, 但提昇下肢肌力表現(Prieske, Muehlbauer, & Granacher, 2016; Tayashiki et al., 2016)。其結果與本研究相似, 本研究發現軀幹肌群在快速低重量與慢速高重量組在八周訓練後的最大肌力沒有差異, 本研究在訓練時也觀察到相似的機制, 當軀幹肌群開始產生疲勞時, 會使用上肢或下肢的肌群協助產生動作, 或透過自身體重參與輔助以提高完成運動處方的訓練, 故減少軀幹機群的訓練成效。

伍、結論

在相同負荷下以快速的動作速度(0.4 m/s)及較低的重量下 (1RM 30—45%)進行八周的阻力訓練, 可以有效提升上肢及下肢肌群的最大肌力表現, 但是無法改善軀幹肌群的表現。

引用文獻

- 林俊達、陳家祥、黃長福、涂瑞洪 (2016)。八週上肢增強式訓練對肌力與壘球擲遠的影響。《運動表現期刊》，3(1)，29-33。
- 吳柏翰、蔡懷安、楊佳元 (2017)。體能訓練模式對單次訓練表現與生理反應之影響。《運動表現期刊》，4(1)，33-41。
- 張恩崇、侯彥竹、陳玫伶、戴一涵、謝振芳、相子元 (2016)。慣性式阻力訓練對排球動作表現之影響。《華人運動生物力學期刊》，13(1)，33-39。
- 賴柏榕、陳婉菁 (2017)。高強度蹲舉運動對於高中橄欖球選手下肢爆發力之立即影響。《華人運動生物力學期刊》，14(1)，22-27。
- Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *Journal of Applied Physiology*, 74(1), 359-368.
- Blazevich, A. J., & Jenkins, D. G. (2002). Effect of the movement speed of resistance training exercises on sprint and strength performance in concurrently training elite junior sprinters. *Journal of Sports Sciences*, 20(12), 981-990.
- Chang, S. P., Chen, P. L., Li, M. H., Yang, C. B., & Chen, Y. H. (2017). Effects of 12-week resistance training on biochemical parameters in healthy young male adults. *Physical Education Journal*, 50(2), 151-164.
- Crewther, B., Keogh, J., Cronin, J., & Cook, C. (2006). Possible stimuli for strength and power adaptation. *Sports Medicine*, 36(3), 215-238.
- Davies, T. B., Kuang, K., Orr, R., Halaki, M., & Hackett, D. (2017). Effect of movement velocity during resistance training on dynamic muscular strength: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(8), 1603-1617.
- Fielding, R. A., LeBrasseur, N. K., Cuoco, A., Bean, J., Mizer, K., & Singh, M. A. F. (2002). High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(4), 655-662.
- González-Badillo, J. J., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Gorostiaga, E. M., & Pareja-Blanco, F. (2014). Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. *European Journal of Sport Science*, 14(8), 772-781.
- Ingebrigtsen, J., Holtermann, A., & Roeleveld, K. (2009). Effects of load and contraction velocity during three-week biceps curls training on isometric and isokinetic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1670-1676.
- Jones, K., Bishop, P., Hunter, G., & Fleisig, G. (2001). The effects of varying resistance-training loads on intermediate-and high-velocity-specific adaptations. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 349-356.
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S.,... Triplett-McBride, T. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 364-380.
- Munn, J., Herbert, R. D., Hancock, M. J., & Gandevia, S. C. (2005). Resistance training for strength: Effect of number of sets and contraction speed. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(9), 1622-1626.
- Padulo, J., Mignogna, P., Mignardi, S., Tonni, F., & D'Ottavio, S. (2012). Effect of different pushing speeds on bench press. *International Journal of Sports Medicine*, 33(5), 376-380.
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Gorostiaga, E., & González-Badillo, J. (2014). Effect of movement velocity during resistance training on neuromuscular performance. *International Journal of Sports Medicine*, 35(11), 916-924.
- Pereira, M. I. R., & Gomes, P. S. C. (2007). Effects of isotonic resistance training at two movement velocities on strength gains. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 13(2), 91-96.

- Prieske, O., Muehlbauer, T., & Granacher, U. (2016). The role of trunk muscle strength for physical fitness and athletic performance in trained individuals: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(3), 401-419.
- Sayers, S. P., & Gibson, K. (2010). A comparison of high-speed power training and traditional slow-speed resistance training in older men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3369-3380.
- Schilling, B. K., Falvo, M. J., & Chiu, L. Z. (2008). Force-velocity, impulse-momentum relationships: implications for efficacy of purposefully slow resistance training. *Journal of Sports Science & Medicine*, 7(2), 299-304.
- Tayashiki, K., Maeo, S., Usui, S., Miyamoto, N., & Kanehisa, H. (2016). Effect of abdominal bracing training on strength and power of trunk and lower limb muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 116(9), 1703-1713.
- Usui, S., Maeo, S., Tayashiki, K., Nakatani, M., & Kanehisa, H. (2016). Low-load slow movement squat training increases muscle size and strength but not power. *International Journal of Sports Medicine*, 37(04), 305-312.
- Watanabe, Y., Madarame, H., Ogasawara, R., Nakazato, K., & Ishii, N. (2014). Effect of very low-intensity resistance training with slow movement on muscle size and strength in healthy older adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(6), 463-470.
- Watanabe, Y., Tanimoto, M., Ohgane, A., Sanada, K., Miyachi, M., & Ishii, N. (2013). Increased muscle size and strength from slow-movement, low-intensity resistance exercise and tonic force generation. *Journal of Aging and Physical Activity*, 21(1), 71-84.
- Westcott, W. L., Winett, R. A., Anderson, E. S., Wojcik, J. R., Loud, R. L., Cleggett, E., & Glover, S. (2001). Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 154-158.
- Young, W. B., & Bilby, G. E. (1993). The effect of voluntary effort to influence speed of contraction on strength, muscular power, and hypertrophy development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 7(3), 172-178.

An 8-week resistance training with different load and movement velocity for strength performance

Hsiu-Ching Lin

Office of Physical Education, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan

Submit date : March 2018 ; Qualified date : June 2018

Abstract

Introduction: This study investigated the effect of an 8-week weight training program, under different load and movement speed on performance of one repetition maximum. **Methods:** This study recruited 48 healthy college students as participants (mean \pm standard deviation: age 21.5 ± 1.1 years, height 1.67 ± 0.09 m, weight 71.3 ± 8.5 kg). All participants were randomly divided into two groups of fast movement low weight group (N=24) and slow movement high weight group (N=24). In this study, the experimental participants had no musculoskeletal and neuromuscular injuries in the six months. The 9 items one repetition maximum tests on upper, trunk and lower extremity in pre- and post- test. To recover for one week after pre-test before training started. A repeated measures analysis of variance (ANOVA) was performed with two groups and two test. The level of significance was set at $= .05$. **Results:** After training, the fast movement low weight group were significantly more powerful than slow movement high weights on upper and lower extremity. However, there was no difference in the one repetition maximum between the fast movement low weight and the slow movement high weight group in the trunk after training. **Conclusions:** The fast movement low weight group weight training for eight weeks improve the maximum muscle strength on upper limbs and lower limbs, but no effect on the trunk.

Keywords: power, muscle training on upper extremity, muscle training on lower extremity
